



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00242**

(22) Data de depozit: **18.03.2011**

(41) Data publicării cererii:  
**28.10.2011** BOPI nr. **10/2011**

(71) Solicitant:  
• **AEROSTAR S.A., STR.CONDORILOR  
NR.9, BACĂU, BC, RO**

(72) Inventatori:  
• **FILIP ALEXANDRU, STR. IONIȚĂ SANDU  
STURZA NR.77, BACĂU, BC, RO;**  
• **FILIP GRIGORE, STR. IONIȚĂ SANDU  
STURZA NR. 77, BACĂU, BC, RO;**  
• **PAL ANTON, STR.PRIETENIEI, BL.7,  
SC.A, AP.6, BACĂU, BC, RO**

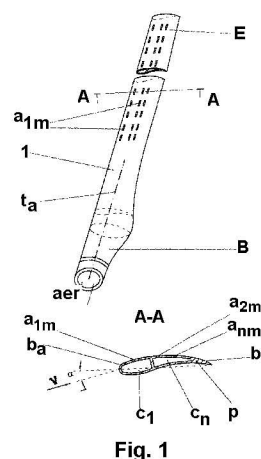
### (54) **METODĂ DE ACCELERARE A STRATULUI LIMITĂ ȘI PALĂ PENTRU ELICE EOLIENE**

#### (57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de accelerare a stratului limită și la o pală pentru elice eoliene, utilizate în instalațiile eoliene, pentru reducerea pierderilor aerodinamice și creșterea randamentului de valorificare a potențialului energetic al vântului. Metoda conform invenției constă în umplerea cu aer a unor cavități ( $c_1$ ,  $c_2$ , și  $c_n$ ) din interiorul unui corp (1) al unei pale, urmată de injectarea în stratul limită a unor jeturi de aer, formate prin direcționarea aerului aflat în cavitatea în regiunea de depresiune de pe extradosul profilului, prin niște orificii ( $a_{1m}$ ,  $a_{2m}$ ...  $a_{nm}$ ) înclinate în direcția de curgere a aerului în jurul profilului (p), și dispuse succesiv, dinspre bordul de atac ( $b_a$ ) către bordul de fugă ( $b_f$ ) înaintea punctului estimat pentru desprinderea stratului limită. Pala conform invenției este alcătuită dintr-un corp (1) cu profil (p) aerodinamic, prevăzut cu una sau mai multe cavități ( $c_1$ ,  $c_2$ ... $c_n$ ) longitudinale, ce comunică cu niște orificii ( $a_{nm}$ ) cu secțiune constantă sau variabilă, de formă circulară, dreptunghiulară sau o altă formă adecvată, înclinate în direcția de curgere a aerului în jurul profilului (p) și dispuse în rețea, pe unul sau mai multe rânduri, de-a lungul corpului (1), pe extradosul profilului (p), formarea jeturilor de aer injectate în stratul limită fiind realizată fie prin aspirarea naturală a aerului, ca urmare a scăderii presiunii statice în jurul palei aflate în mișcare de rotație sub acțiunea vântului fie prin direcționarea forțată a aerului furnizat

de un ventilator/ compresor (5), iar debitul de aer fiind reglat automat, prin intermediul unui calculator (7) care preia datele furnizate de un senzor (9) pentru monitorizarea vitezei vântului, de un senzor (10) pentru monitorizarea unghiului de incidență și de un aparat (11) pentru măsurarea pasului general al elicei eoliene, și transmite comenzi, pe de o parte, către un regulator (8), și, pe de altă parte, către un element de execuție (6).

Revendicări: 4  
Figuri: 5



42-

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr. ....	2011 00242
Data depozit .....	18-03-2011

1

### Metodă de accelerare a stratului limită și pală pentru elice eoliene

Invenția se referă la o metodă de accelerare a stratului limită și la o pală pentru elice eoliene, utilizate în instalațiile eoliene de producere a energiei electrice, în scopul creșterii randamentului de valorificare a potențialului energetic al vântului.

Elicele eoliene sunt formate din pale cu profil aerodinamic, iar performanțele instalației eoliene depind direct de calitățile aerodinamice ale palelor, care trebuie să funcționeze cu pierderi aerodinamice cât mai mici, într-o plajă largă a valorilor unghiului de incidență.

Mișcarea unui fluid în jurul unui profil aerodinamic are loc în regim optim atunci când stratul limită rămâne lipit de profil. Această condiție se realizează la valori mici ale unghiului de incidență între direcția vântului și coarda profilului palei ( $8^{\circ} \div 10^{\circ}$ ). Când valoarea unghiului de incidență crește, se produce o scădere accentuată a presiunii statice pe extradosul profilului, ceea ce produce desprinderea stratului limită, fenomen care începe dinspre bordul de fugă și înaintază înspre bordul de atac, cu cât unghiul de incidență devine mai mare. Consecința acestui fenomen este scăderea accentuată a coeficientului de portanță  $C_z$  și, respectiv, creșterea coeficientului de rezistență aerodinamică  $C_x$ . Astfel, pierderile aerodinamice devin mari, funcționarea este defectuoasă, performanțele aerodinamice ale profilului palei scad și, implicit, randamentul de valorificare energetică, respectiv de extragere a energiei vântului, se reduce.

În domeniul aerospațial, se cunosc diferite profile aerodinamice care se folosesc în cadrul unor metode și dispozitive sau sisteme de recirculație sau hipersustentație, în scopul îmbunătățirii performanțelor aeronavelor prin mărirea coeficientului de portanță  $C_z$ . De asemenea, în domeniul instalațiilor eoliene de producere a energiei electrice, sunt cunoscute o metodă și o pală pentru creșterea performanțelor elicelor eoliene (depozit de brevet de invenție în România nr. a **2010 0955**), care prelevează aer din regiunea de suprapresiune a intradosului profilului palei și direcționează curentul de aer prelevat către regiunea de depresiune de pe extradosul profilului, prin intermediul unei fante care se deschide în bordul de atac al profilului, pala având în alcătuire un volet la bordul de atac, încadrat în profilul palei, care la valori mari ale unghiului de incidență întrerupe continuitatea profilului,

p. DIRECTOR GENERAL,



Grigore FILIP

deplasându-se liber sub efectul diferenței de presiune dintre intradosul și extradadosul profilului, sau automat, comandat prin intermediul unui sistem informațional. Această pală prezintă dezavantajul că necesită sisteme mecanice de acționare a voletului, care trebuie montate în interiorul palei, ceea ce presupune complicații tehnologice, precum și creșterea masei palei.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este reducerea pierderilor aerodinamice ale palelor elicelor care intră în componența instalațiilor eoliene de producere a energiei electrice și creșterea randamentului de valorificare a potențialului energetic al vântului.

Metoda de accelerare a stratului limită și pala pentru elice eoliene, conform invenției, rezolvă problema tehnică prin aceea că metoda constă în umplerea cu aer a unor cavități din interiorul palei, urmată de injectarea în stratul limită a unor jeturi de aer, formate prin direcționarea aerului aflat în cavități în regiunea de depresiune de pe extradadosul profilului, prin niște orificii care comunică cu cavitățile, sunt înclinate în direcția de curgere a aerului în jurul profilului palei și sunt dispuse succesiv, pe sensul normal de curgere a aerului de la bordul de atac către bordul de fugă, înaintea punctului estimat pentru desprinderea stratului limită, aerul sub presiune astfel injectat în regiunea de depresiune de pe extradadosul profilului accelerând curgerea stratului limită și determinând deplasarea punctului de desprindere spre bordul de fugă, pentru creșterea portanței și reducerea pierderilor aerodinamice; pala pentru elice eoliene este compusă dintr-un corp având în secțiune transversală un profil aerodinamic, corpul cuprinzând una sau mai multe cavități longitudinale care comunică cu niște orificii cu secțiune constantă sau variabilă, de formă circulară, dreptunghiulară sau specială, înclinate în direcția de curgere a aerului în jurul profilului și dispuse în rețea, pe unul sau mai multe rânduri de-a lungul corpului, pe extradadosul profilului, înaintea punctului estimat pentru desprinderea stratului limită, cavitățile fiind alimentate cu aer care circulă după o traiectorie de la baza către vârful palei și care formează jeturi la trecerea prin orificiile dispuse în rețea, jeturi care sunt injectate în stratul limită, pentru accelerarea acestuia și deplasarea punctului de desprindere spre bordul de fugă; formarea jeturilor de aer care sunt injectate în stratul limită pe extradadosul profilului se realizează fie prin aspirarea

p. DIRECTOR GENERAL,



ing.  
Grigore FILIP

naturală a aerului care circulă în cavitățile din corp prin orificiile dispuse în rețea, ca urmare a scăderii presiunii statice în jurul palei aflate în mișcare de rotație sub acțiunea vântului, de la baza către vârful acesteia, în funcție de raza de poziționare a secțiunii profilului față de butucul elicei eoliene, aerul necesar fiind aspirat din interiorul instalației eoliene prin nacelă și turn sau din exteriorul instalației eoliene prin conul butucului, fie prin direcționarea forțată a aerului care circulă în cavitățile din corp prin orificiile dispuse în rețea, aerul din cavități fiind furnizat de un ventilator/compresor, iar debitul aerului fiind reglat automat, prin intermediul unui calculator care preia datele furnizate de un senzor pentru monitorizarea vitezei vântului, de un senzor pentru monitorizarea unghiului de incidență și de un aparat pentru măsurarea pasului general al elicei eoliene, prelucrează datele prin intermediul unei aplicații software specifice și transmite comenzi, pe de o parte, către un regulator pentru reglarea turației ventilator/compresorului, în scopul realizării unui reglaj grosier al debitului de aer și, pe de altă parte, către un element de execuție, pentru realizarea unui reglaj fin.

Prin utilizarea metodei de accelerare a stratului limită și a palei pentru elice eoliene conform invenției, se obțin următoarele avantaje:

- metoda și pala asigură diminuarea pierderilor aerodinamice determinate de desprinderea stratului limită de profilul palei;
- funcționarea la unghiuri de incidență și viteze mari ale vântului, a rotorului eolian la care se aplică metoda, are loc fără perturbații sau distorsiuni, ceea ce conferă o fiabilitate sporită;
- aplicarea metodei implică o soluție constructivă simplă a palei, fără a fi necesar ca în interiorul ei să fie montate sisteme mecanice suplimentare.

Se dau în continuare exemple de realizare practică, în legătură și cu fig. 1+5, care reprezintă:

- fig. 1- circulația aerului pe suprafața unui profil aerodinamic oarecare;
- fig. 2a+c- circulația aerului pe suprafața profilului unor pale de elice eoliană care utilizează metoda;
- fig. 3- părți componente ale unei instalații eoliene;

p. DIRECTOR GENERAL,

ing.

Grigore FILIP



- fig. 4- pală pentru elice eoliană cu formarea jeturilor de aer pentru accelerarea stratului limită prin aspirare naturală a aerului;
- fig. 5- pală pentru elice eoliană cu formarea jeturilor de aer pentru accelerarea stratului limită prin direcționare forțată a aerului.

Metoda de accelerare a stratului limită are drept scop împiedicarea sau întârzierea cât mai mult posibil, a desprinderii stratului limită laminar și a transformării lui în strat limită turbulent, astfel încât punctul de desprindere să fie cât mai aproape de bordul de fugă al profilului. Efectul direct al aplicării metodei este acela că la valori ale unghiului  $\alpha$  de incidență între direcția vântului și coarda profilului palei mai mari de  $8^\circ+10^\circ$ , mișcarea aerului pe suprafața profilului palei se modifică, astfel încât aceasta se apropie cât mai mult de o mișcare irotațională, adică se apropie de mișcarea fluidelor perfecte, când nu există pierderi.

Metoda constă în umplerea cu aer a unei cavități  $c$  din interiorul palei elicei eoliene, urmată de injectarea în stratul limită a unor jeturi de aer, formate prin direcționarea aerului aflat în cavitatea  $c$  prin niște orificii  $a$  înclinate în direcția de curgere a aerului în jurul profilului palei  $p$  și având deschiderea în regiunea de depresiune de pe extradusul profilului. Considerând sensul normal de curgere a aerului în jurul profilului  $p$  de la bordul de atac  $b_a$  către bordul de fugă  $b_f$ , orificiile  $a$  trebuie să fie plasate înaintea punctului  $D_1$  estimat pentru desprinderea stratului limită. Aerul sub presiune astfel injectat în regiunea de depresiune de pe extradusul profilului, conferă stratului limită o energie suplimentară, împiedică transformarea acestuia în strat turbulent și determină deplasarea punctului de desprindere  $D_2$  spre bordul de fugă  $b_f$ . Ca urmare se produce o accelerare a curgerii stratului limită, iar viteza de curgere fiind mai mare, depresiunea de pe extradusul palei crește corespunzător, portanța crește considerabil, iar pierderile aerodinamice se reduc.

În fig. 1 și 2.a+d se prezintă curgerea aerului pe suprafața unui profil aerodinamic oarecare și, respectiv, curgerea aerului pe suprafața profilului unor pale de elice eoliană care utilizează metoda descrisă. Într-o secțiune transversală a palei, pe extradusul profilului, în sensul normal de curgere de la bordul de atac  $b_a$  către bordul de fugă  $b_f$ , pot fi poziționate succesiv mai multe orificii  $a_{1m}$ ,  $a_{2m}$ ,  $a_{nm}$ , efectul fiind acela că jeturile formate prin direcționarea aerului din cavitatea  $c$  prin aceste



p.DIRECTOR GENERAL,  
Ing.

Grigore FILIP

orificii, îndepărtează din ce în ce mai mult punctului de desprindere  $D_2$  de bordul de atac  $b_a$  și-l apropie din ce în ce mai mult de bordul de fugă  $b_r$ . Astfel, pierderile aerodinamice ale palei scad din ce în ce mai mult, iar rezultatul este mărirea considerabilă a plajei de valori ale unghiului  $\alpha$  de incidență pentru care elicea eoliană poate funcționa cu randament ridicat. În interiorul palei pot exista mai multe cavități  $c_1, c_2, c_n$ , alimentate cu aer, care pot comunica cu unul sau mai multe dintre orificiile  $a_{1m}, a_{2m}, a_{nm}$ .

O pală pentru elice eoliene care utilizează metoda descrisă, conform invenției, are în alcătuire un corp 1 având în secțiunile sale transversale un profil  $p$  aerodinamic, corpul 1 cuprinzând în interior una sau mai multe cavități cu aer,  $c_1+c_n$ , longitudinale, cu întindere pe toată lungimea corpului și care comunică cu o rețea de orificii  $a_{nm}$ , înclinate în direcția de curgere a aerului în jurul profilului  $p$  și dispuse pe unul sau  $n$  rânduri de-a lungul corpului 1, pe extradadosul profilului  $p$ , înaintea punctului estimat pentru desprinderea stratului limită. Orificiile pot avea secțiune constantă sau variabilă, care poate fi de formă circulară, dreptunghiulară sau de o formă specială.

Mai multe asemenea pale sunt asamblate pe un butuc 2, formând elicea eoliană, care se montează pe o nacelă 3 aflată la partea superioară a unui turn 4, întregul ansamblu constituind o instalație eoliană. Randamentul instalației eoliene depinde de performanțele elicei eoliene, respectiv de capacitatea acesteia de a valorifica potențialul energetic al vântului, care este influențată în mod direct de configurația orificiilor  $a_{nm}$ , înclinația, numărul și dispunerea lor de-a lungul corpului 1 ce pot fi aduse la optim pe cale experimentală.

Direcționarea aerului din cavitățile  $c_1+c_n$ , prin orificiile  $a_{nm}$ , poate fi naturală sau forțată. Direcționarea naturală a aerului prin orificiile  $a_{nm}$  are loc pe seama scăderii accentuate a presiunii statice de la baza palei aflate în mișcare de rotație,  $B$ , către vârful acesteia,  $E$ . Astfel: în mișcarea de rotație a palei sub acțiunea vântului, presiunea dinamică a aerului care îmbracă profilul  $p$  variază crescător de la baza către vârful profilului, după următoarea relație:

$$P_d = P_{d1} + P_{d2}$$

în care:  $P_{d1} = \rho * k_1 * v^2 / 2$



p.DIRECTOR GENERAL,  
ing.

Grigore FILIP

$$P_{d2} = \rho * k_2 * v_p^2 / 2$$

$\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] – densitatea aerului

$v$  [m/s]- viteza vântului

$v_p$  [m/s]- viteza periferică a palei în mișcare de rotație

$k_1$  și  $k_2$  – coeficienți de corecție

Rezultă că:

$$P_d = \rho * k_2 ( v^2 * k_1 / k_2 + v_p^2 ) / 2 = \rho * v^2 * k_2 [ k + (v_p / v)^2 ] / 2$$

$$P_d = \rho * v^2 * k_2 [ k + (\omega * r / v)^2 ] / 2$$

în care:  $k = k_1 / k_2$

$\omega$ [rot/min]- viteza de rotație a palei

$r$  [m]- raza de poziționare a secțiunii profilului palei față de axul butucului ansamblului rotor eolian

În concluzie,  $P_d = f ( r^2 )$ , deci presiunea dinamică crește cu raza  $r$ .

Deoarece presiunea totală, constantă, este dată de relația:

$$P_t = P_s + P_d$$

în care:  $P_s$  [bar]- presiunea statică;  $P_d$  [bar]- presiunea dinamică,

rezultă că la creșterea presiunii dinamice odată cu raza de poziționare a secțiunii profilului  $p$  față de axul butucului **2**, are loc o scădere a presiunii statice, scădere din ce în ce mai accentuată către vârful **E** al palei aflate în mișcare de rotație. Depresiunea astfel creată produce aspirarea aerului din cavitățile  $c_1+c_n$ , aflate în corpul **1**, prin orificiile  $a_{nm}$ . Aerul necesar circulă în cavitățile  $c_1+c_n$  după o traiectorie  $t_a$ , de la baza palei **B** către vârful **E**, fiind aspirat fie din interiorul instalației eoliene, prin nacela **3** sau prin turnul **4**, fie din exteriorul acesteia, prin conul butucului **2**. Energia cinetică a jeturilor formate din aerul aspirat în acest mod prin orificiile  $a_{nm}$  determină o accelerare a stratului limită, ceea ce face ca punctul de desprindere (de curgere turbulentă) să se deplaseze către bordul de fugă al profilului  $b_f$ , consecința fiind reducerea pierderilor aerodinamice.

Direcționarea aerului prin orificiile  $a_{nm}$  se poate face forțat, prin alimentarea cavităților  $c_1+c_n$ , din corpul **1**, cu aer furnizat de un ventilator/compresor **5**, care consumă energie de la bordul instalației eoliene și care funcționează în regim corelat cu viteza vântului  $v$ , unghiul de incidență  $\alpha$  și pasul general al elicei eoliene, aerul



p. DIRECTOR GENERAL,  
ing.

Grigore FILIP

circulând în cavitățile  $c_1+c_n$  după traiectoria  $t_a$ , de la baza palei **B** către vârful **E**. Debitul de aer ce alimentează cavitățile  $c_1+c_n$  și, care, în final, este direcționat prin orificiile  $a_{nm}$  pentru accelerarea stratului limită, se reglează automat, printr-un reglaj grosier, ce se realizează prin reglarea turației ventilator/compresorului **5**, precum și printr-un reglaj fin, ce se realizează prin intermediul unui element de execuție **6**, în sine cunoscut, comandat prin intermediul unui calculator **7**, aflat în legătură de comunicație și cu un regulator **8** pentru reglarea turației ventilator/compresorului **5**. Calculatorul **7** primește date furnizate de un senzor **9** pentru monitorizarea vitezei vântului, de un senzor **10** pentru monitorizarea unghiul  $\alpha$  de incidență și de un aparat **11** pentru măsurarea pasului general al elicei eoliene, date pe care le prelucrează prin intermediul unei aplicații software specifice. În urma prelucrării datelor, calculatorul **7** transmite pe de o parte, o comandă către regulatorul **8**, pentru reglarea turației ventilator/compresorului **5**, în scopul realizării reglajului grosier și, pe de altă parte, o comandă către elementul de execuție **6**, pentru realizarea reglajului fin.



p.DIRECTOR GENERAL,  
ing.  
Grigore FILIP



### Revendicări

1. Metodă de accelerare a stratului limită în jurul profilului unei pale pentru elice eoliene, **caracterizată prin aceea că**, constă în umplerea cu aer a unor cavități ( $c_1, c_2, c_n$ ) din interiorul palei, urmată de injectarea în stratul limită a unor jeturi de aer, formate prin direcționarea aerului aflat în cavitățile ( $c_1, c_2, c_n$ ) în regiunea de depresiune de pe extradosul profilului, prin niște orificii ( $a_{1m}, a_{2m}, a_{nm}$ ) care comunică cu cavitățile ( $c_1, c_2, c_n$ ), sunt înclinate în direcția de curgere a aerului în jurul profilului palei ( $p$ ) și sunt dispuse succesiv, pe sensul normal de curgere a aerului de la bordul de atac ( $b_a$ ) către bordul de fugă ( $b_f$ ), înaintea punctului ( $D_1$ ) estimat pentru desprinderea stratului limită, aerul sub presiune astfel injectat în regiunea de depresiune de pe extradosul profilului accelerând curgerea stratului limită și determinând deplasarea punctului de desprindere ( $D_2$ ) spre bordul de fugă ( $b_f$ ), pentru creșterea portanței și reducerea pierderilor aerodinamice.
2. Pală pentru elice eoliene asamblată pe un butuc (2) dintr-o instalație eoliană ce cuprinde o nacelă (3) și un turn (4), **caracterizată prin aceea că**, este compusă dintr-un corp (1) având în secțiune transversală un profil ( $p$ ) aerodinamic, corpul (1) cuprinzând una sau mai multe cavități ( $c_1, c_2, c_n$ ) longitudinale care comunică cu niște orificii ( $a_{nm}$ ), cu secțiune constantă sau variabilă, de formă circulară, dreptunghiulară sau specială, înclinate în direcția de curgere a aerului în jurul profilului ( $p$ ) și dispuse în rețea, pe unul sau mai multe rânduri de-a lungul corpului (1), pe extradosul profilului ( $p$ ), înaintea punctului estimat pentru desprinderea stratului limită, cavitățile ( $c_1, c_2, c_n$ ) fiind alimentate cu aer care circulă după o traiectorie ( $t_a$ ) de la baza (B) către vârful (E) palei și care formează jeturi la trecerea prin orificiile ( $a_{nm}$ ) dispuse în rețea, jeturi care sunt injectate în stratul limită, pentru accelerarea acestuia și deplasarea punctului de desprindere ( $D_2$ ) spre bordul de fugă ( $b_f$ ).
3. Pală pentru elice eoliene conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că**, formarea jeturilor de aer care sunt injectate în stratul limită pe extradosul profilului ( $p$ ) se realizează prin aspirarea naturală a aerului care circulă în



p. DIRECTOR GENERAL,  
ing.

Grigore FILIP

cavitățile ( $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_n$ ) din corp (1) prin orificiile ( $a_{nm}$ ) dispuse în rețea, ca urmare a scăderii presiunii statice în jurul palei aflate în mișcare de rotație sub acțiunea vântului, de la baza (B) către vârful (E) acesteia, în funcție de raza de poziționare a secțiunii profilului (p) față de butucul (2) elicei eoliene, aerul necesar fiind aspirat din interiorul instalației eoliene prin nacelă (3) și turn (4) sau din exteriorul instalației eoliene prin conul butucului (2).

4. Pală pentru elice eoliene conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că**, formarea jeturilor de aer care sunt injectate în stratul limită pe extradadosul profilului (p) se realizează prin direcționarea forțată a aerului care circulă în cavitățile ( $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_n$ ) din corp (1) prin orificiile ( $a_{nm}$ ) dispuse în rețea, aerul din cavități fiind furnizat de un ventilator/compresor (5), iar debitul aerului fiind reglat automat, prin intermediul unui calculator (7) care preia datele furnizate de un senzor (9) pentru monitorizarea vitezei vântului, de un senzor (10) pentru monitorizarea unghiului de incidență și de un aparat (11) pentru măsurarea pasului general al elicei eoliene, prelucrează datele prin intermediul unei aplicații software specifice și transmite comenzi, pe de o parte, către un regulator (8) pentru reglarea turației ventilator/compresorului (5), în scopul realizării unui reglaj grosier al debitului de aer și, pe de altă parte, către un element de execuție (6), pentru realizarea unui reglaj fin.



p.DIRECTOR GENERAL,  
ing.

Grigore FILIP

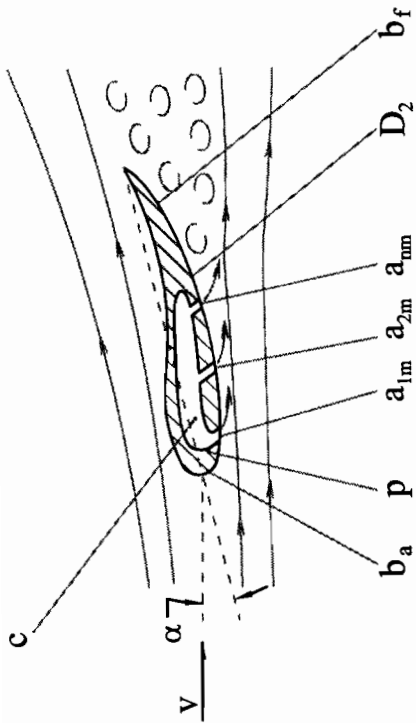
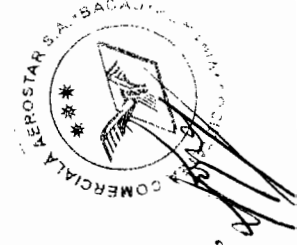


Fig. 2.b

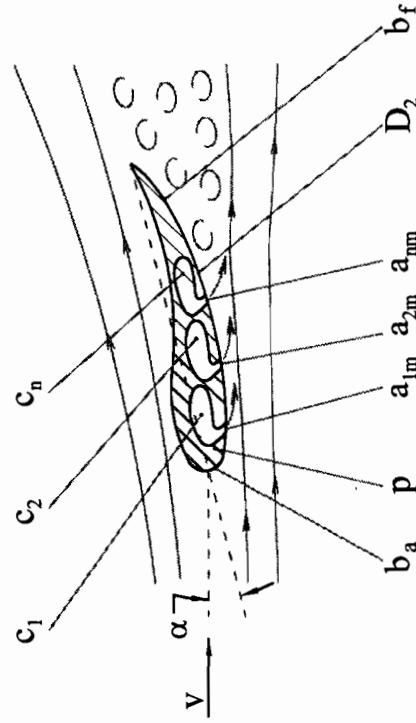


Fig. 2.c

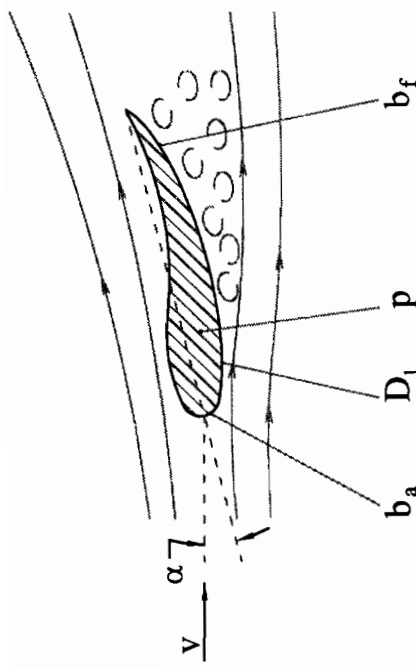


Fig. 1

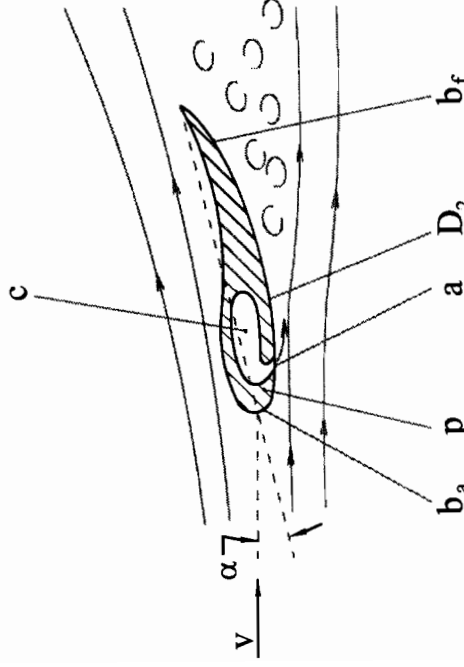


Fig. 2.a

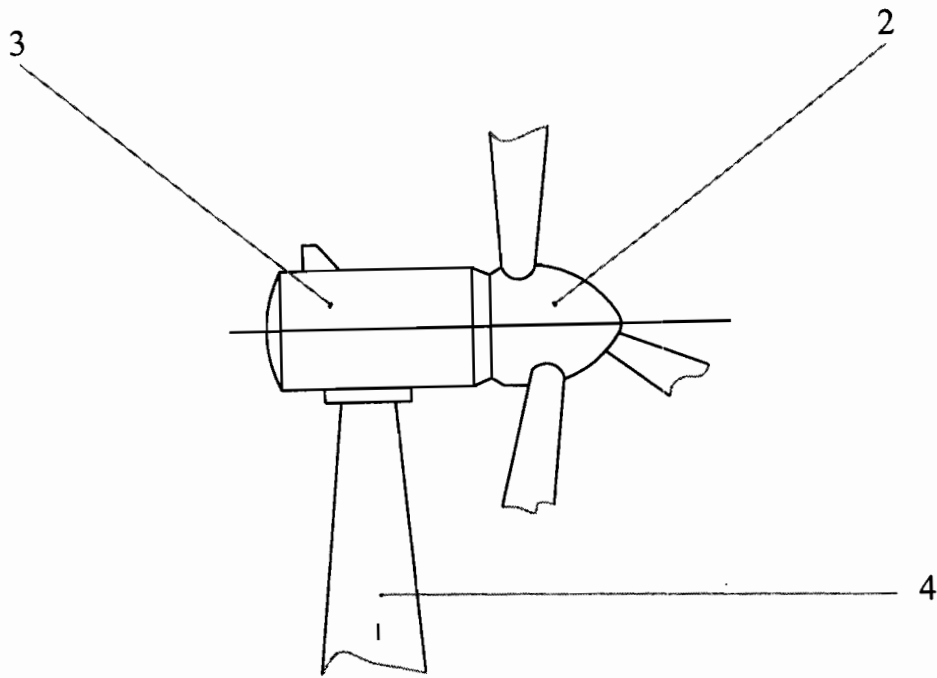


Fig. 3

COMERCIALA AEROSTAR S.A. - BUCURESTI  
P. DIRECTOR GENERAL,  
Grigore FILIP

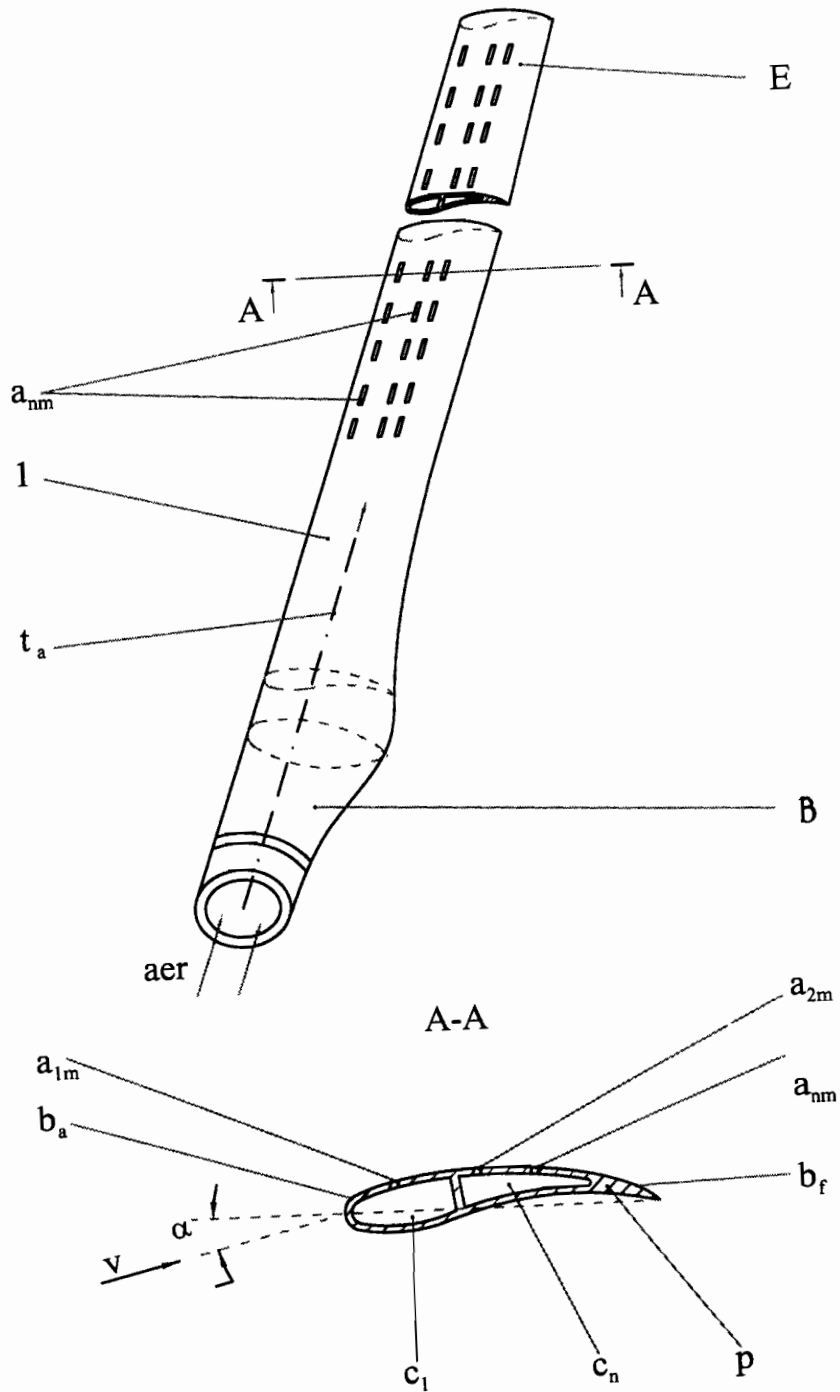


Fig. 4



p. DIRECTOR GENERAL,  
Grigore FILIP

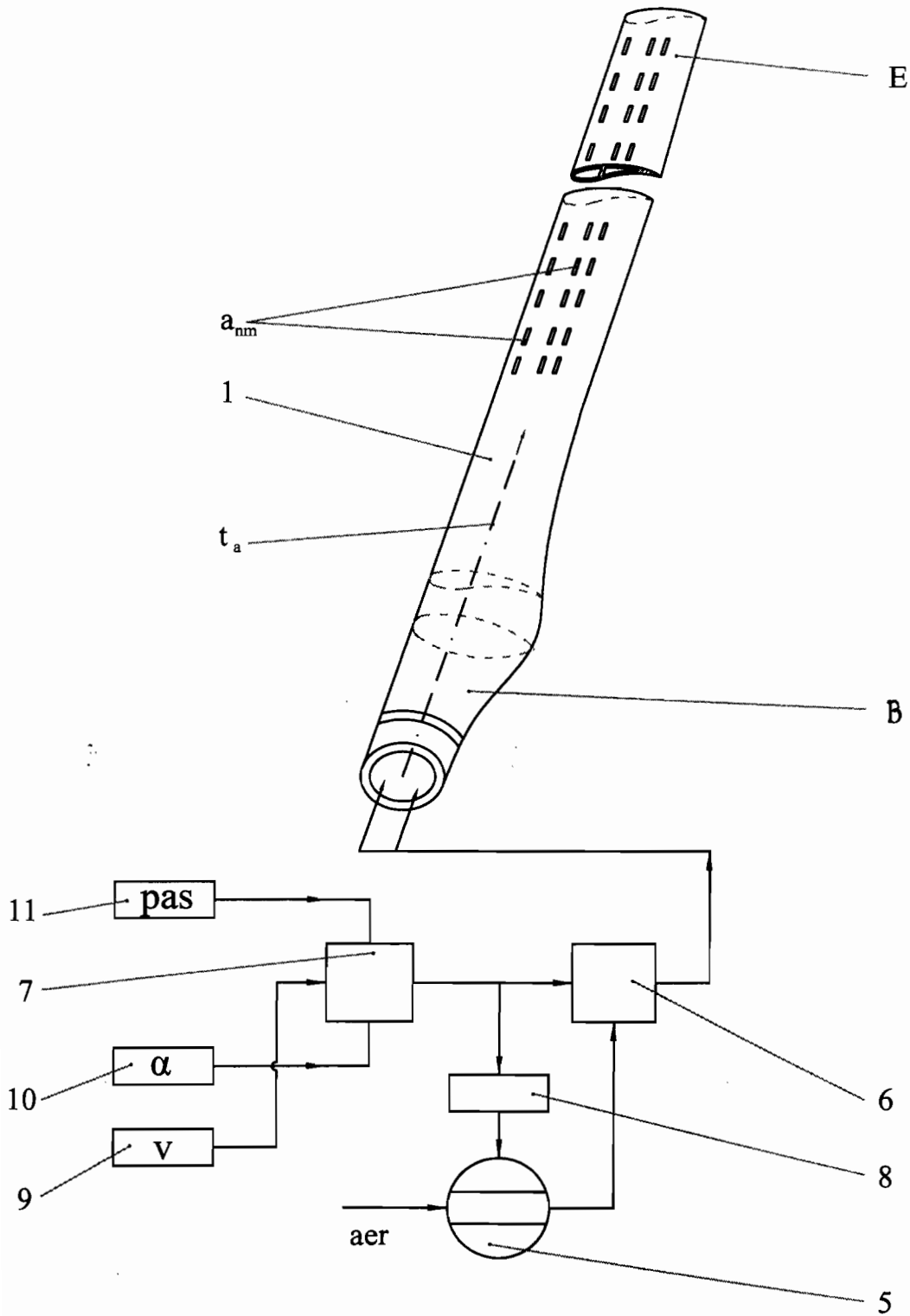


Fig. 5



DIRECTOR GENERAL,  
Grigore FILIP